



INTRODUCCIÓN

No se conocen con mucha precisión las nociones que se tenían de la Óptica en la antigüedad. En los restos de antiguas civilizaciones se encontraron objetos que nos dan una idea de los intereses de los hombres por los fenómenos ópticos. En los restos de las tumbas egipcias aparecieron restos de espejos metálicos que probablemente servían para desviar los rayos del sol. Las lentes positivas fueron usadas como lupas desde tiempos muy remotos. Los hallazgos arqueológicos demostraron que fueron utilizadas para hacer las pequeñas inscripciones que aparecieron en objetos hallados en las esfinges de la Tumba de Minos, en Egipto. En Pompeya se halló una lente de 5 cm. de diámetro y se sabe que 3000 años a. C. en Mesopotamia se hacían lentes plano-convexas y biconvexas (algunas se conservan en museos como el de Berlín). Lo mismo ocurría en Creta donde se utilizaban como objetos sagrados para encender el fuego.



Según cuenta la tradición, **ARQUIMEDES (287 -212)** defendió su ciudad natal, Siracusa, empleando espejos "ustorios", que son espejos cóncavos de gran tamaño, para concentrar los rayos del Sol en los barcos enemigos y quemar las naves de los romanos. Hace unos años científicos británicos realizaron un experimento para comprobar si era posible y descubrieron que para que un barco se incendiara se necesitaba un espejo de 420 metros cuadrados, espejo que era totalmente imposible construir en su época.



CONCEPTO

Es una parte de la física que se encarga de estudiar la luz, su naturaleza, sus fuentes de producción, su propagación y los fenómenos que experimenta.

Óptica geométrica. - Estudia el comportamiento de los haces luminosos en los instrumentos ópticos. (En este capítulo estudiaremos esta rama).

Óptica física. - Se le llama también óptica ondulatoria, y se encarga de estudiar ciertos fenómenos de la óptica, teniendo en cuenta la naturaleza ondulatoria.



NATURALEZA DE LA LUZ

Desde tiempos muy remotos, la naturaleza de la luz fue uno de los grandes enigmas para el hombre; hoy en día se conocen varias teorías al respecto.

- A) **Teoría Corpuscular**
Formulada por Isaac Newton en el siglo XVII

"La luz está formada por pequeños corpúsculos que salen del cuerpo luminoso y que al llegar a otro cuerpo se reflejan (rebotan) para luego viajar al ojo, permitiendo así la observación de los objetos."



ÓPTICA

- B) Teoría Ondulatoria**
Se fundamenta en que la luz está formada por ondas.
- B.1) Teoría Mecánica.-** Enunciada por Cristiam Huygens, en el siglo XVII; apoyado un siglo después por Thomas Young y luego por Augustin Fresnel.
- "La luz está formada por ondas similares a las ondas del sonido, es decir ondas longitudinales"*
- Sabemos que las ondas longitudinales son ondas mecánicas, y estas siempre se propagan en un medio elástico, pero también se sabe que la luz se propaga en el vacío (y en el vacío no hay ningún medio).

ÓPTICA

- B.2) Teoría Electromagnética.-** Formulada por James Maxwell y comprobada experimentalmente por Heinrich Hertz, en el siglo XIX.
- "Las ondas electromagnéticas experimentan los mismos efectos que las ondas luminosas: reflexión, refracción, polarización, interferencia, difracción, etc."*
- La existencia de un cuerpo eléctrico y magnético descarta la necesidad de un medio elástico para la propagación de la luz.

ÓPTICA

- C) Teoría de los Cuamtons**
Formulada por Max Planck y ampliada en 1905 por Albert Einstein.
- "La luz está formada por pequeños paquetes de energía llamados FOTONES"*
- En cierto modo un retorno a la teoría corpuscular, es así que Planck formula su teoría de los Cuamtons.

ÓPTICA

- D) Teoría Actual**
En la actualidad se considera que luz tiene naturaleza Dual, es decir que en algunos fenómenos se comporta como corpúsculos y en otros como onda electromagnética. En realidad la investigación sobre la naturaleza de la luz no ha terminado.

ÓPTICA

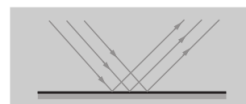
REFLEXIÓN DE LA LUZ

Es aquel fenómeno que consiste en el cambio de dirección que experimenta un rayo de luz (en un mismo medio) al incidir sobre una superficie que le impide continuar propagándose cambiando de dirección para continuar su propagación en el medio en el cual se encontraba inicialmente.

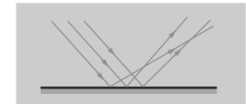
ÓPTICA

CLASES DE REFLEXIÓN

- A) Regular**
Es cuando la superficie se encuentra perfectamente pulida, en este caso si se emiten rayos incidentes paralelos entre si, al cambiar de dirección se obtienen rayos reflejados que siguen siendo paralelos entre si.



- B) Difusa (irregular)**
Es cuando la superficie presenta irregularidades o porosidades, en este caso, al emitir rayos incidentes paralelos entre si, estos cambian de dirección obteniéndose rayos reflejados que ya no son paralelos entre si.

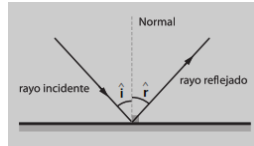


ÓPTICA

LEYES DE LA REFLEXIÓN REGULAR

- 1° El rayo incidente, la normal y el rayo reflejado se encuentran en un mismo plano, el cual es perpendicular a la superficie reflectante.
- 2° El valor del ángulo de incidencia es igual al valor del ángulo de reflexión.

$$i = r$$



ÓPTICA

ESPEJOS

Un espejo es toda aquella superficie reflectante perfectamente pulida donde únicamente ocurre reflexión de tipo regular. Se clasifica en planos y curvos, cumpliéndose en cualquier caso que dividen el espacio que los rodea en dos dimensiones, la que está frente al espejo (zona real) donde cualquier distancia que sea medida se considera positiva y la región detrás del espejo denominada (zona virtual), donde cualquier distancia medida se considera negativa.

ÓPTICA

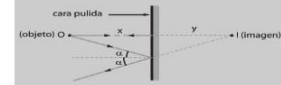
Objeto. - Es aquel cuerpo, a partir del cual se trazan los rayos luminosos que inciden en el espejo, como siempre está en la zona real, la distancia al espejo será siempre positiva.

Imagen. - Es la figura geométrica obtenida mediante la intersección de los rayos reflejados o la prolongación de éstos, llamándose en el primer caso real y en el segundo virtual.

ÓPTICA

IMAGEN DE UN PUNTO EN UN ESPEJO PLANO

Para obtener la imagen de un punto, basta con trazar dos rayos incidentes y ver donde se cortan los rayos reflejados o sus prolongaciones.



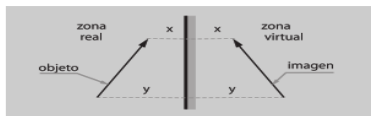
Método práctico



ÓPTICA

IMAGEN DE UNA FIGURA EN UN ESPEJO PLANO

Para obtener la imagen de una figura, se determina las imágenes de varios puntos pertenecientes al objeto para luego unirlos.



ESPEJOS ANGULARES

Es este tipo de espejos, el número de imágenes depende del ángulo diedro que forman los espejos planos.

Si: $\frac{180^\circ}{\alpha}$ = Número entero

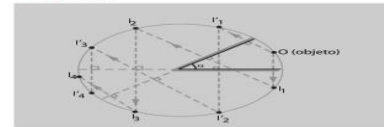
El número de imágenes "n" se calculará así:

$$n = \frac{360}{\alpha} - 1$$

Si: $\frac{180^\circ}{\alpha}$ = Número no entero

El número de imágenes dependerá de la posición del objeto.

Ejemplo:



ÓPTICA

Conclusiones Importantes en Espejos Planos

- A) La imagen se forma en la zona virtual.
- B) La imagen es derecha.
- C) La distancia de la imagen al espejo es igual a la distancia del objeto al espejo.
- D) El tamaño de la imagen es igual al tamaño del objeto.

ESPEJO ESFÉRICO

Es aquel casquete de esfera cuya superficie interna o externa es reflectante. Si la superficie reflectante es la interna, el espejo es cóncavo, mientras si la superficie reflectante es la externa el espejo es convexo.



ÓPTICA

ELEMENTOS DE UN ESPEJO ESFÉRICO

- A) **Centro de Curvatura (C).** - Es el centro de la esfera que origina al espejo.
- B) **Radio de Curvatura (R).** - Es el radio de la esfera que da origen al espejo.
- C) **Vértice (V).** - Es el centro geométrico del espejo.
- D) **Eje Principal (I).** - Es la recta que pasa por el vértice y el centro de curvatura.
- E) **Foco Principal (F).** - Es aquel punto ubicado sobre el eje principal en el cual concurren los rayos reflejados o la prolongación de ellos, provenientes de rayos incidentes paralelos al eje principal.
- F) **Distancia Focal (f).** - Es la distancia entre el foco principal y el vértice; aproximadamente es la mitad del radio de curvatura.
- G) **Abertura.** - Es la cuerda que subtiende al casquete; cuando la abertura de un espejo es muy grande, las imágenes pierden nitidez.

ÓPTICA



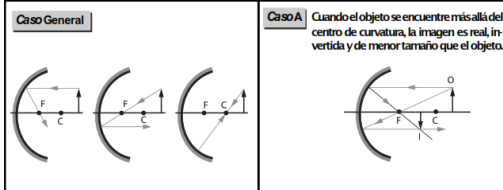
CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES: MÉTODO GRÁFICO

Para la obtención de la imagen de un objeto situado frente a un espejo esférico se emplean básicamente tres rayos, de los cuales, resultan indispensables sólo dos de ellos; para esto se trazan:

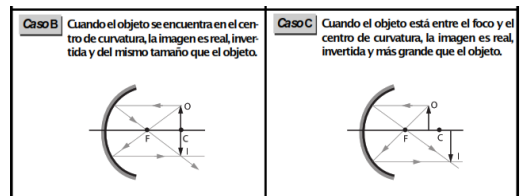
- 1° Un rayo paralelo al eje principal que incide en el espejo, se refleja pasando por el foco principal.
- 2° Un rayo luminoso que pasa por el foco principal que incide y se refleja paralelamente al eje principal.
- 3° Un rayo luminoso que pasa por el centro de curvatura el cual incide y se refleja siguiendo la misma trayectoria.

ÓPTICA

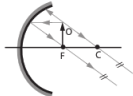
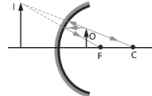
EN UN ESPEJO CÓNCAVO



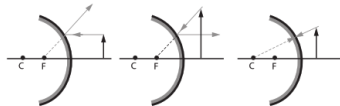
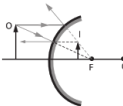
ÓPTICA



ÓPTICA

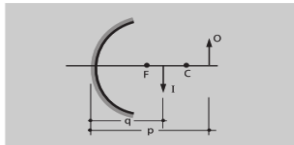
<p>Caso D Cuando el objeto está en el foco no se forma imagen porque los rayos no se cortan.</p> 	<p>Caso E Cuando el objeto está entre el foco y el espejo, la imagen es virtual derecha y más grande.</p> 
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ÓPTICA

<p>Caso General</p> 	<p>Los espejos convexos sólo producen imágenes virtuales, derechas y más pequeñas que el objeto.</p> 
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ÓPTICA

CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES: MÉTODO ANALÍTICO



p = distancia objeto
 q = distancia imagen
 O = tamaño objeto
 I = tamaño imagen

ÓPTICA

A) Ecuación de Descartes (focos conjugados)

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

Regla de signos:

$d_0 = p$: siempre positivo

$d_i = q$ $\begin{cases} + \text{I.R.I. (imagen real e invertida)} \\ - \text{I.V.D. (imagen virtual y derecha)} \end{cases}$

$d_f = f$ $\begin{cases} + \text{cóncavo} \\ - \text{convexo} \end{cases}$

B) Aumento (A):

$$|A| = \frac{I}{O}$$

$$A = \frac{-q}{p}$$

$$A \begin{cases} + \text{I.V.D.} \\ - \text{I.R.I.} \end{cases}$$

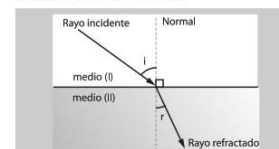
ÓPTICA

REFRACCIÓN DE LA LUZ

Es aquel fenómeno luminoso que consiste en el cambio de dirección que experimenta la luz al atravesar la superficie de separación de dos medios de diferente densidad.

ÓPTICA

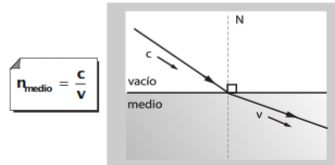
Este fenómeno se explica de manera satisfactoria utilizando la teoría ondulatoria.



ÓPTICA

ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE UNA SUSTANCIA (n)

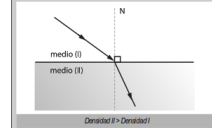
Es aquel valor que se define como el cociente de la velocidad de la luz en el vacío (o aire) y la velocidad de la luz en un medio.



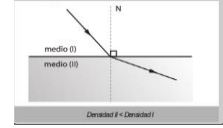
ÓPTICA

OBSERVACIONES

Si un rayo de luz pasa de un medio, a otro más denso, el rayo refractado se acerca a la normal.



Si un rayo de luz pasa de un medio, a otro menos denso, el rayo refractado se aleja de la normal.



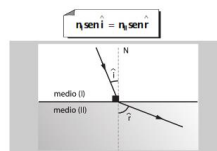
NOTA

El índice de refracción nunca puede ser menor que la unidad, el mínimo valor que puede tomar es 1.

ÓPTICA

LEYES DE LA REFRACCIÓN

- 1° El rayo incidente, la normal y el rayo refractado se encuentran en un mismo plano, el cual es perpendicular a la superficie de refracción.
- 2° Ley de Snell. - El índice de refracción del medio en el cual se propaga el rayo incidente, multiplicado por el seno del ángulo de incidencia es igual al índice de refracción del medio en el cual se propaga el rayo refractado, multiplicado por el seno del ángulo de refracción.

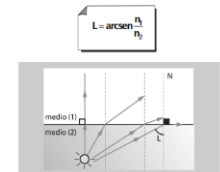


ÓPTICA

ÁNGULO LÍMITE (L)

Cuando un rayo luminoso pasa de un medio denso a otro menos denso, el rayo refractado se aleja de la normal, de modo que si el ángulo de incidencia aumenta, hasta que llega un momento en que el ángulo de refracción mide 90° y el rayo luminoso sale al ras de la superficie de separación, el ángulo de incidencia que corresponde a esa refracción se llama ángulo límite.

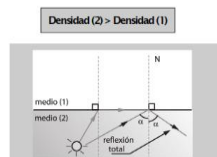
Densidad (2) > Densidad (1)



ÓPTICA

REFLEXIÓN TOTAL

Cuando un rayo luminoso pasa de un medio denso a otro menos denso y el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo límite, el rayo ya no se refracta; si no más bien se refleja en la superficie como si éste fuera un espejo, en esas condiciones, la luz no puede salir del medio y el fenómeno se llama reflexión total, también se llama espejismo.

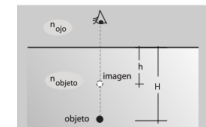


ÓPTICA

PROFUNDIDAD APARENTE

Cuando una persona observa un objeto localizado en otro medio de diferente densidad, lo que ve, no es realmente la posición exacta del cuerpo, si no más bien su imagen, formada por las prolongaciones de los rayos refractados.

$$h = H \frac{n_{\text{ap}}}{n_{\text{ver}}} \quad h = \text{altura aparente} \quad H = \text{altura verdadera}$$

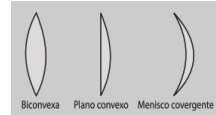
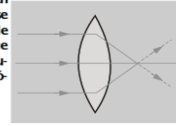


LENTES

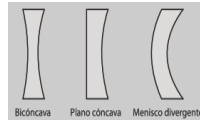
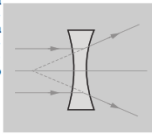
Una lente es toda sustancia transparente limitada por dos superficies de las cuales por lo menos una de ellas debe ser esférica.

CLASES DE LENTES

- A) **Convergentes.** - Cuando la parte central es más ancha que los bordes se caracteriza por hacer que los rayos paralelos al eje principal que llegan a la lente se refracten de manera que todos concurren en un sólo punto.



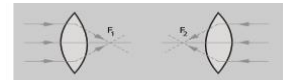
- B) **Divergentes.** - Cuando los bordes son más anchos que la parte central, se caracteriza por hacer que los rayos paralelos al eje principal que llegan a la lente se separan de manera que sus prolongaciones se corten en un sólo punto.



ELEMENTOS DE UNALENTE

PIT.

- A) **Centro Óptico (C_o).** - Es el centro geométrico de la lente.
- B) **Centros de Curvaturas (C_1, C_2).** - Son los centros de las esferas que originan la lente.
- C) **Radios de Curvatura (R_1, R_2).** - Son los radios de las esferas que originan la lente.
- D) **Eje Principal.** - Es la recta que pasa por los centros de curvatura y el centro óptico.
- E) **Foco (F).** - Es aquel punto ubicado en el eje principal en el cual concurren los rayos incidentes paralelos al eje principal. Toda lente tiene 2 focos, puesto que la luz puede venir por uno u otro lado de la lente.



Foco objeto (F_o). - Es el foco ubicado en el espacio que contiene al objeto.

Foco imagen (F_i). - Es el foco ubicado en el espacio que no contiene al objeto.

Foco principal (F). - Es el punto en el cual concurren los rayos refractados o las prolongaciones de los refractados que provienen de los rayos incidentes paralelos al eje principal y que provienen del objeto, el foco principal puede estar ubicado en el foco imagen o en el foco objeto.

F) **Distancia focal (f).** - Es la distancia del foco principal a la lente, este valor se determina con la ecuación del fabricante que posteriormente estudiaremos.

OBSERVACIONES

- En las lentes, a diferencia de los espejos, la zona en que está el objeto se llama zona virtual, en donde cualquier distancia tiene signo negativo; la zona detrás de la lente se llama zona real y allí cualquier distancia tiene signo positivo; la distancia objeto, es la distancia del objeto a la lente y a pesar que se encuentra en la zona virtual, siempre se mide con signo positivo.
- En los espejos, la distancia focal es la mitad del radio de curvatura, en las lentes, esto casi nunca sucede.

CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES: MÉTODO GRÁFICO

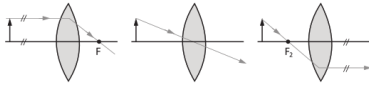
Para la determinación de la imagen de un objeto, se emplean básicamente 3 rayos luminosos, de los cuales solo son indispensables 2 de ellos, estos son:

- 1° Un rayo paralelo al eje principal que luego de atravesar la lente y refractarse pasa por el foco principal.
- 2° Un rayo luminoso que pasa por el centro óptico y que no se desvía.
- 3° Un rayo luminoso dirigido hacia el foco no principal y que luego de atravesar la lente y refractarse se propaga paralelo al eje principal.

ÓPTICA

EN UNA LENTE CONVERGENTE

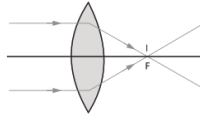
Caso General



ÓPTICA

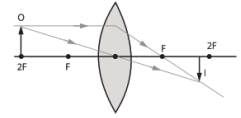
Caso A

Cuando el objeto está muy lejos, la imagen es real, casi puntual invertida y en F.



Caso B

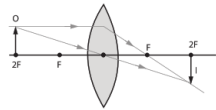
Cuando el objeto está más allá del doble de la distancia focal, la imagen es real, invertida y más pequeña.



ÓPTICA

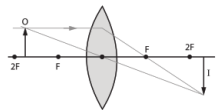
Caso C

Cuando el objeto está en 2F, la imagen, es real, invertida, del mismo tamaño y en 2F.



Caso D

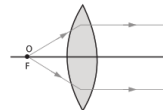
Cuando el objeto está entre F y 2F, la imagen es real, invertida, de mayor tamaño y más lejos de 2F.



ÓPTICA

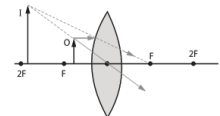
Caso E

Cuando el objeto está en el foco principal, no se forma imagen, porque los rayos refractados son paralelos.



Caso F

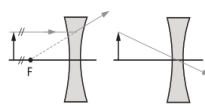
Cuando el objeto está entre F y la lente, la imagen es virtual, derecha y de mayor tamaño.



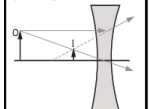
ÓPTICA

EN UNA LENTE DIVERGENTE

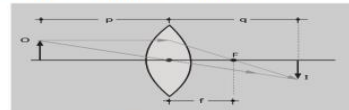
Caso General



Las lentes divergentes, sólo producen imágenes virtuales, derechas y de menor tamaño que el objeto.



CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES DE UNA LENTE: MÉTODO ANALÍTICO



f = distancia focal : O = tamaño objeto
 I = tamaño imagen : q = distancia imagen
 p = distancia objeto

A) Fórmula de las lentes conjugadas (Gauss)

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

Regla de signos:

p : siempre positivo

q : $\begin{cases} + \text{I.R.I. (Imagen real e invertida)} \\ - \text{I.V.D. (Imagen virtual y derecha)} \end{cases}$

f : $\begin{cases} + \text{Convergente} \\ - \text{Divergente} \end{cases}$

B) Ecuación del Fabricante

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n - n_m}{n_m} \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

n = índice de refracción de la lente
 n_m = índice de refracción del medio
 R_1 = radio de la superficie + cara convexa
 R_2 = radio de la superficie - cara cóncava

C) Ecuación de Newton

$$x_1 \cdot x_2 = f^2$$

x_1 = distancia del objeto al foco objeto
 x_2 = distancia de la imagen al foco imagen

D) Potencia (P)

$$P = \frac{1}{f}$$

P (dioptría)
 f (metro)

E) Aumento (A)

$$|A| = \frac{1}{O} \quad A = \frac{-q}{p} \quad A = \begin{cases} -LR.L \\ +MD \end{cases}$$

ÓPTICA

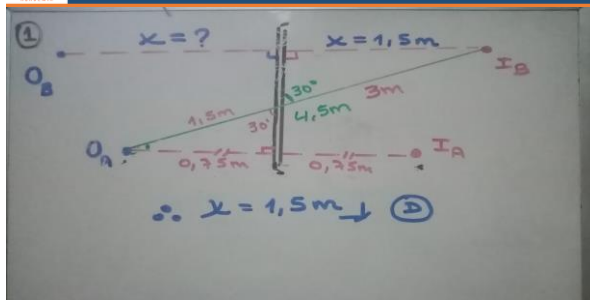
PROBLEMAS

PROBLEMA 01

Dos personas se encuentran frente a un espejo plano. "A" ve su imagen frente a ella y a 1,50 m de distancia en tanto que ve la imagen de "B" en una dirección que forma un ángulo de 30° con el espejo y a 4,50 m de distancia. Calcular la distancia de "B" al espejo.

- A) 3 m B) 1,75 m C) 2 m
D) 1,50 m E) 4,50 m

RESOLUCIÓN 01



PROBLEMA 02

Dos espejos planos forman un ángulo de 15°. Calcular el ángulo de incidencia de un rayo en uno de los espejos para que después de reflejarse en el segundo sea paralelo al primero.

- A) 45° B) 60° C) 37°
 D) 53° E) 50°

RESOLUCIÓN 02

PROBLEMA 03

Un objeto está situado a 40 cm de un espejo esférico convexo de 20 cm de distancia focal. Determinar la posición de la imagen y el aumento.

- A) (17/5) cm; (1/5)
B) (42/5) cm; (1/4)
C) (40/3) cm; (1/3)
D) (50/7) cm; (1/3)
E) (50/3) cm; (1/6)

RESOLUCIÓN 03

③ DATOS: espejo convexo

$d_o = +40 \text{ cm}$ (siempre)

$d_f = -20 \text{ cm}$

$d_i = ?$

$A = ?$

$$\frac{1}{d_f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

$$\frac{1}{-20} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{+40}$$

$$d_i = -\frac{40}{3} \text{ cm}$$

(imagen virtual y derecha)

$$A = -\frac{d_i}{d_o} \Rightarrow A = -\frac{(-\frac{40}{3})}{+40} \Rightarrow A = +\frac{1}{3} \text{ (C)}$$

PROBLEMA 04

Se tiene un espejo cóncavo cuya distancia focal es de 40 cm. ¿A qué distancia del espejo se hallará la imagen de un objeto situado a 60 cm del mismo y cuál es el aumento?

- A) 80 cm; -3
B) 90 cm; -1,5
C) 120 cm; -2
D) 240 cm; -4
E) 160 cm; -4

RESOLUCIÓN 04

④ DATOS: ESPEJO CÓNCAVO

$d_f = +40 \text{ cm}$ (siempre)

$d_o = +60 \text{ cm}$

$d_i = ?$

$A = ?$

$$\frac{1}{d_f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

$$\frac{1}{+40} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{+60}$$

$$\frac{1}{40} - \frac{1}{60} = \frac{1}{d_i} \Rightarrow d_i = +120 \text{ cm}$$

$$A = -\frac{d_i}{d_o} \Rightarrow A = -\frac{(+120)}{+60} \Rightarrow A = -2 \text{ (C)}$$

PROBLEMA 05

La distancia focal de un espejo esférico cóncavo es de 24 cm. Calcular la distancia del objeto y de la imagen real al espejo, si el tamaño de la imagen es el triple del tamaño del objeto.

- A) 28 cm; 82 cm
B) 32 cm; 96 cm
C) 45 cm; 102 cm
D) 36 cm; 92 cm
E) 30 cm; 89 cm

RESOLUCIÓN 05

⑤ DATOS: espejo cóncavo
 $d_f = +24 \text{ cm}$ $\rightarrow T_z = |A| T_o \Rightarrow |A| = 3$
 $d_o = ?$ $T_z = 3 T_o$ $A = -3$ *Imagen real*
 $d_i = ?$ $\rightarrow A = -\frac{d_i}{d_o}$
 imagen real $-3 = -\frac{d_i}{d_o} \Rightarrow d_i = 3 d_o \dots (1)$
 $T_z = 3 T_o$ $\rightarrow \frac{1}{d_f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{24} = \frac{1}{3 d_o} + \frac{1}{d_o}$
 $d_o = 32 \text{ cm}$ en (1): $d_i = 96 \text{ cm}$ **(B)**

PROBLEMA 06

Se tiene un espejo cóncavo cuyo radio es de 1,60 m. A 30 cm del mismo se dispone un objeto de 20 cm de altura. Determinar la posición, tipo y altura de la imagen.

- A) 32 cm; virtual; 48 cm
 B) 32 cm; real; 48 cm
 C) 16 cm; virtual; 32 cm
D) 48 cm; virtual; 32 cm
 E) 48 cm; real; 32 cm

RESOLUCIÓN 06

⑥ DATOS: espejo cóncavo
 $R = 160 \text{ cm} \Rightarrow d_f = \frac{R}{2} = +80 \text{ cm}$
 $d_o = +30 \text{ cm}$ *siempre* $\rightarrow \frac{1}{d_f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$
 $T_o = 20 \text{ cm}$ $\frac{1}{+80} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{+30} \Rightarrow d_i = -48 \text{ cm}$ *Imagen virtual*
 $d_i = ?$ $\rightarrow A = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{(-48)}{+30} = +\frac{8}{5}$
 $T_z = ?$ $\rightarrow T_z = |A| T_o$
 $T_z = |+\frac{8}{5}| \cdot 20 \Rightarrow T_z = 32 \text{ cm}$ **(D)**

PROBLEMA 07

El radio de un espejo cóncavo es R. ¿A qué distancia del espejo debe situarse un objeto para que su imagen sea real y n veces mayor que el objeto?

- A) $\frac{(n+1)R}{2n}$ B) $\frac{nR}{2(n+1)}$ C) $\frac{R}{2n}$
 D) $\frac{R}{2(n+1)}$ E) $\frac{(n-1)R}{2(n+1)}$

RESOLUCIÓN 07

⑦ DATOS: espejo cóncavo
 $d_f = +\frac{R}{2}$ *Imagen real: $T_z = n T_o$*
 $d_o = ?$ $T_z = |A| \cdot T_o \Rightarrow |A| = n$ $A = -n$ *Imagen real*
 $\rightarrow A = -\frac{d_i}{d_o} \Rightarrow -n = -\frac{d_i}{d_o} \Rightarrow d_i = n \cdot d_o$
 $\rightarrow \frac{1}{d_f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{+\frac{R}{2}} = \frac{1}{n d_o} + \frac{1}{d_o}$
 $\therefore d_o = \frac{(n+1) \cdot R}{2n}$ **(A)**

PROBLEMA 08

Se tiene un espejo esférico el cual da de un objeto una imagen virtual cinco veces mayor. Calcular la distancia focal del espejo, si la distancia entre el objeto y la imagen es de 1,20 m, y a qué distancia del espejo se encuentra el objeto.

- A) 25 cm; 20 cm**
 B) 35 cm; 17 cm
 C) 20 cm; 15 cm
 D) 28 cm; 22 cm
 E) 40 cm; 20 cm

RESOLUCIÓN 08

8) DATO: imagen virtual

$T_i = 5T_o$

$d_f = ?$

$d_o = ?$

$d_o + d_i = 120$ (1)

$d_o = 20 \text{ cm}$

$d_i = 100 \text{ cm}$

$f = 420 \text{ cm}$

$T_i = |A| T_o \Rightarrow |A| = 5 \Rightarrow A = +5$

$A = -\frac{d_i}{d_o} \Rightarrow +5 = -\frac{d_i}{d_o} \Rightarrow d_i = -5d_o$ (2)

$d_i = 5d_o$ (2)

(3) en (1): $\frac{1}{d_f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{d_f} = \frac{1}{-100} + \frac{1}{20}$

$d_f = 25 \text{ cm}$ (A)

PROBLEMA 09

- Con respecto a la reflexión y refracción de la luz, indicar verdadero (V) o falso (F):
- () El rayo incidente, el rayo reflejado, el rayo refractado y la normal en el punto de incidencia, son coplanarios.
- () En toda reflexión especular a rayos incidentes paralelos le corresponden rayos reflejados paralelos.
- () La rapidez de la luz en el agua ($n = 1,33$) es menor que la rapidez de la luz en el diamante ($n = 2,42$).
- A) VFV B) VFF C) VVV
- D) FVV E) VVF

RESOLUCIÓN 09

9) R.I., R.R. y N. COPLANARES (V)

Liso (V)

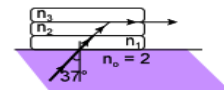
$n_{H_2O} = \frac{c}{v_{H_2O}} \Rightarrow 1,33 = \frac{3 \cdot 10^8}{v_{H_2O}}$ (E)

$v_{H_2O} = 2,25 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ (F)

$n_o = \frac{c}{v_o} \Rightarrow 2,42 = \frac{3 \cdot 10^8}{v_o} \Rightarrow v_o = 1,23 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$

PROBLEMA 10

Un haz monocromático incide sobre un arreglo de placas de vidrio de diferentes índices de refracción, como se muestra en la figura. Calcular el índice de refracción n_2 para que el haz emergja paralelo a la interfase de las placas 2 y 3.



- A) 1,2 B) 2 C) 1,5
- D) 1,9 E) 1,7

RESOLUCIÓN 10

10) Por Snell:

0-1: $n_o \cdot \sin 37^\circ = n_1 \cdot \sin \theta$ (1)

1-2: $n_1 \cdot \sin \theta = n_2 \cdot \sin \alpha$ (2)

2-3: $n_2 \cdot \sin \alpha = n_3 \cdot \sin 90^\circ$ (3)

(1) = (2) = (3):

$2 \cdot \frac{3}{5} = n_3 \cdot 1$

$n_3 = 1,2$ (A)

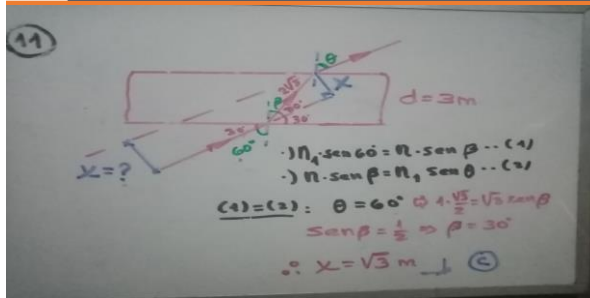
PROBLEMA 11

Sobre una lámina de vidrio de caras paralelas y planas de espesor $d = 3 \text{ cm}$, incide luz formando un ángulo de 30° con la superficie. El índice de refracción es $n = \sqrt{3}$. Parte de la luz se refleja y parte se refracta, pasa por el vidrio, se refleja en la superficie inferior de la lámina, vuelve a refractarse y sale de nuevo al aire en dirección paralela a la del primer rayo reflejado. Calcule la distancia entre estos dos rayos.

A) 1,5 cm B) $3\sqrt{3}$ cm C) $\sqrt{3}$ cm

D) 2 cm E) 1 cm

RESOLUCIÓN 11

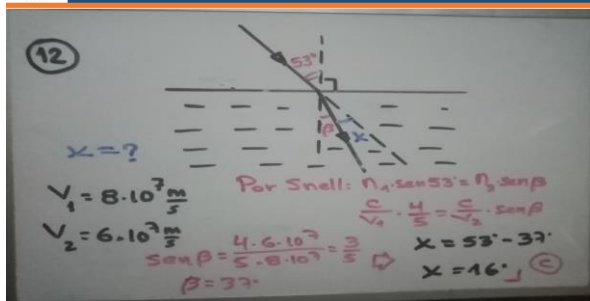


PROBLEMA 12

Un rayo de luz pasa de un medio 1 en el cual su velocidad es $V_1 = 8 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ a otro medio 2 en el cual su velocidad es $V_2 = 6 \cdot 10^7 \text{ m/s}$. Si el ángulo de incidencia es de 53° , hallar el ángulo de desviación que experimenta el rayo refractado.

A) 7° B) 12° C) 16°
D) 30° E) **37°**

RESOLUCIÓN 12

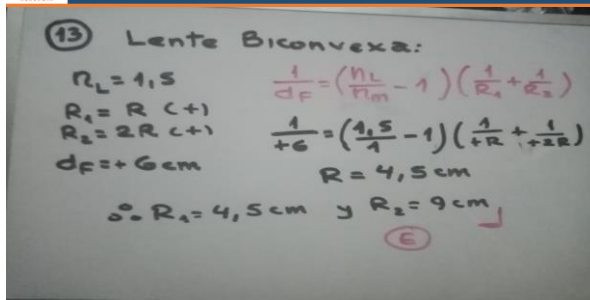


PROBLEMA 13

Una lente biconvexa se fabrica con vidrio de índice de refracción $n = 1,5$. Una superficie debe tener el doble de radio de curvatura de la otra y la distancia focal debe ser de 6 cm. ¿Cuáles son los radios de curvatura?

A) 6 cm; 12 cm
B) 5 cm; 10 cm
C) 8 cm; 16 cm
D) 7 cm; 14 cm
E) **4,5 cm y 9 cm**

RESOLUCIÓN 13



PROBLEMA 14

El radio de un espejo cóncavo es de 1,20 m. ¿A qué distancia del espejo debe situarse un objeto para que su imagen sea real y cinco veces mayor que el objeto?

A) **72 cm** B) 80 cm C) 60 cm
D) 56 cm E) 46 cm

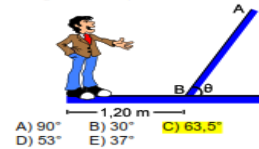
RESOLUCIÓN 14

(14) DATOS: $T_I = |A| T_O$
 $d_F = \frac{R}{2} = +60 \text{ cm}$
 $|A| = 5 \Rightarrow A = -5$ Imagen real
 $A = -\frac{d_i}{d_o}$
 $-5 = -\frac{d_i}{d_o} \Rightarrow d_i = 5d_o$
 $\frac{1}{d_F} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$
 $\frac{1}{+60} = \frac{1}{5d_o} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow d_o = 72 \text{ cm}$

IMAGEN REAL
 $T_I = 5 T_O$
 espejo cóncavo
 $d_o = ?$

PROBLEMA 15

Un hombre de 1,70 m de estatura tiene sus ojos a 10 cm por debajo del límite de su cabeza. Determine el mínimo ángulo "θ" que debe formar un espejo AB con la horizontal, que se encuentra a 1,20 m delante de él para que pueda ver la imagen de sus pies en él.



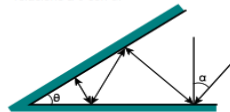
RESOLUCIÓN 15

(15) $\frac{53^\circ}{2} + 90^\circ + \theta = 180 \Rightarrow \theta = 63,5^\circ$

1,6
 1,2
 53°
 θ = ?
 I

PROBLEMA 16

En la figura siguiente se muestra un rayo que entra a un sistema de espejos con un ángulo de incidencia "α"; éste se refleja "n" veces hasta que la reflexión en uno de los espejos es tal que el rayo se refleja por la misma trayectoria en que había incidido; pero en sentido contrario, dando como resultado a que el rayo, ahora, emerge del sistema de espejos. Escriba una expresión que relacione a θ con α.



- A) α = θ B) α = (n+1)θ
 C) α = (n+2)θ D) α = (n-1)θ
 E) α = (n-2)θ

RESOLUCIÓN 16

(16) $n=2: \alpha = \theta$
 $n=4: 90^\circ - \alpha + 4\theta + 90^\circ - \alpha = 180^\circ$
 $\alpha = 3\theta$
 $\alpha = (n-1)\theta$

16
 90°-α
 4θ
 90°-α

PROBLEMA 17

Tres materiales transparentes con índices de refracción n_A , n_B y n_C , donde $n_A < n_B < n_C$ forman una estructura de capas con el material con n_A como capa superior, y el material con n_C como capa inferior. Si los ángulos límites en las fronteras A-B y B-C son de 45° , determine n_A/n_C .

- A) 1 B) $1/\sqrt{2}$ C) $1/4$
 D) $\sqrt{2}$ E) $2\sqrt{2}$

RESOLUCIÓN 17

17) $\frac{n_A}{n_C} = ?$

Diagrama: Rayo que pasa de n_A a n_B a n_C . Ángulo de incidencia en n_A es 45° .

Aplicando la Ley de Snell:

$$n_A \sin 45^\circ = n_B \sin \theta \quad (1)$$

$$n_B \sin \theta = n_C \sin 90^\circ \quad (2)$$

Dividiendo (1) entre (2):

$$\frac{n_A \sin 45^\circ}{n_C \sin 90^\circ} = \frac{n_B \sin \theta}{n_B \sin \theta}$$

$$\frac{n_A}{n_C} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{1}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$$

Respuesta: B

PROBLEMA 18

Un objeto es colocado a $\frac{1}{3}$ de metro de una lente convergente de distancia focal 2 m, la imagen que se forma:

- A) Es virtual y su tamaño aumenta en un 20%
 B) Es real y su tamaño aumenta en un 20%
 C) Es virtual pero su tamaño se reduce en un 20%
 D) Es real pero su tamaño se reduce en un 20%
 E) Es virtual y su tamaño aumenta en un 40%.

RESOLUCIÓN 18

18) LENTE CONVERGENTE (L.C.)

Datos:

$$d_o = +\frac{1}{3} \text{ m}$$

$$d_f = +2 \text{ m}$$

Aplicando la fórmula de las lentes:

$$\frac{1}{d_f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{\frac{1}{3}}$$

$$\frac{1}{2} - 3 = \frac{1}{d_i} \Rightarrow \frac{1}{d_i} = -\frac{5}{2} \Rightarrow d_i = -\frac{2}{5} \text{ m}$$

Imagen virtual

Calculando el aumento:

$$A = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{-\frac{2}{5}}{\frac{1}{3}} = \frac{6}{5} = 1.2$$

Aumento 20% (A)

PROBLEMA 19

Si colocamos un objeto a 1 m de una lente divergente de 4 m de distancia focal, ¿a qué distancia del objeto se formará la imagen?

- A) 0,8 m B) 1,8 m C) 0,2 m
 D) 3,2 m E) 4,8 m

RESOLUCIÓN 19

19) Lente Divergente (L.D.)

Datos:

$$d_o = +1 \text{ m}$$

$$d_f = -4 \text{ m}$$

Aplicando la fórmula de las lentes:

$$\frac{1}{d_f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

$$\frac{1}{-4} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{1}$$

$$\frac{1}{d_i} = -\frac{1}{4} - 1 = -\frac{5}{4} \Rightarrow d_i = -\frac{4}{5} \text{ m}$$

Calculando el aumento:

$$A = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{-\frac{4}{5}}{1} = \frac{4}{5} = 0.8$$

Imagen virtual, tamaño 80% del objeto.

Respuesta: C

PROBLEMA 20

A qué distancia de una lente biconvexa se debe colocar un objeto para que su imagen sea virtual y de tamaño cuatro veces el objeto, si se sabe que la lente tiene un índice de 1,5 y que los radios de curvatura son 30 cm y 60 cm.

- A) 30 cm B) 15 cm C) 20 cm
 D) 25 cm E) 35 cm

20) LENTE BICONVEXA ($R(+)$)
 DATOS:
 $d_o = ?$
 $T_z = 4 T_o$
 $n_L = 1,5$
 $R_1 = 30 \text{ cm } (+)$
 $R_2 = 60 \text{ cm } (+)$

IMAGEN VIRTUAL
 $T_z = |A| \cdot T_o \Rightarrow |A| = 4 \Rightarrow A = +4$
 $A = -\frac{d_i}{d_o} \Rightarrow +4 = -\frac{d_i}{d_o} \Rightarrow d_i = -4d_o$
 $\frac{1}{d_F} = \left(\frac{n_L}{n_M} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$
 $\frac{1}{d_F} = \left(\frac{1,5}{1} - 1\right) \left(\frac{1}{+0,3} + \frac{1}{+0,6}\right)$
 $\frac{1}{d_F} = \frac{1}{+0,3} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{+0,4} = \frac{1}{+0,3} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow d_o = 0,3 \text{ m } \downarrow \text{ (A)}$

MUCHAS GRACIAS